

Многоуровневый каскадный преобразователь частоты с силовым последовательным активным фильтром / А. А. Шавѐлкин, А. В. Ханин // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х. : НТУ «ХПІ», – 2013. – № 18 (991). – С. 46-51. – Бібліогр.: 5 назв.

Розглянута схема багаторівневого каскадного перетворювача частоти, кожна фаза якого містить чотири однофазних інвертори напруги при кратності напруги їхніх джерел 3:3:3:1. При цьому інвертори з більшою напругою відпрацьовують задану напругу з використанням багаторівневої широтно-імпульсної модуляції, а інвертор з мінімальною напругою використовується як силовий послідовний активний фільтр, що відпрацьовує напругу похибки.

Ключові слова: багаторівневий перетворювач частоти, силовий активний фільтр, автономний інвертор напруги, багаторівнева широтно-імпульсна модуляція, гармонічний склад, коефіцієнт гармонік.

The scheme of the multilevel cascade converter of a frequency which each phase contains four single-phase inverters of a voltage at the attitude of voltages of their sources 3:3:3:1 is considered. Thus of the inverter with a greater voltage form a preset value of a voltage with use of multilevel pulse-width modulation, and the inverter with the minimal voltage is used as the power consecutive active filter, fulfilling a voltage of a mistake.

Keywords: multilevel converter of frequency, power active filter, the independent inverter of a voltage, multilevel pulse-width modulation, total harmonics distortion, harmonious structure.

УДК.62-83:612.313

Г. С. БЕЛОХА, аспірант, ДонГТУ, Алчевск

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ С РЕЛЕЙНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Приведены результаты моделирования режимов работы высокоэффективного источника питания с релейным управлением. Подтверждены инвариантность источника к действию возмущений, его высокая степень электромагнитной совместимости с сетью и широкие функциональные возможности.

Ключевые слова: высокоэффективный, релейное управление, инвариантность, электромагнитная совместимость, источник тока.

Введение

Речь идет о специфической системе преобразования параметров электрической энергии, реализующей режим источника тока ($I=\text{const}$).

Поскольку современные преобразовательные системы находятся в условиях постоянно действующих на них различного рода возмущений, а также вместе с потребителем они являются в большинстве случаев генераторами высших гармоник в сеть, то достижение инвариантности к действию возмущений и высокой степени электромагнитной совместимости с сетью является одной из важнейших задач, требующих своего решения.

Таким образом, под высокой эффективностью будем понимать способность преобразователя реализовать предельное быстродействие, высокое качество стабилизации выходной координаты (тока) во всем диапазоне регулирования, малую

чувствительность к действию координатных и параметрических возмущений, электромагнитную совместимость с сетью и широкие функциональные возможности.

Решение этих задач предлагается реализовать путем объединения релейного принципа управления (решается задача быстродействия и инвариантности) и принудительного формирования синусоидальных токов, потребляемых из сети при $\cos\varphi=1$ (решается задача электромагнитной совместимости).

Анализ предыдущих исследований В [1] рассмотрена система стабилизации тока (ССТ), обеспечивающая получение предельных показателей системы, определяющих ее эффективность. Однако высокую степень электромагнитной совместимости в этой системе реализовать невозможно.

В [2] описана высокоэффективная система стабилизации тока (источника тока с параллельным активным фильтром, отвечающая указанным выше требованиям). Однако алгоритм управления системой и соответственно его реализация оказались сложными из-за необходимости обеспечения согласованного управления вентилями основного выпрямителя и силового активного фильтра.

В [3] рассмотрена ССТ, алгоритм управления которой реализует отдельный принцип управления процессами формирования тока нагрузки и потребляемых из сети токов. В этом случае достигается существенное упрощение системы управления. Однако при обрыве (аварийная ситуация) одной из фаз работоспособность системы нарушается.

Цель работы Продемонстрировать возможность построения высокоэффективной системы стабилизации тока с расширенными функциональными возможностями, отдельным управлением процессами формирования тока нагрузки и потребляемых токов из сети и повышенной стойкостью к аварийным режимам.

Материал и результаты исследования Функциональная схема системы стабилизации представлена на рис. 1.

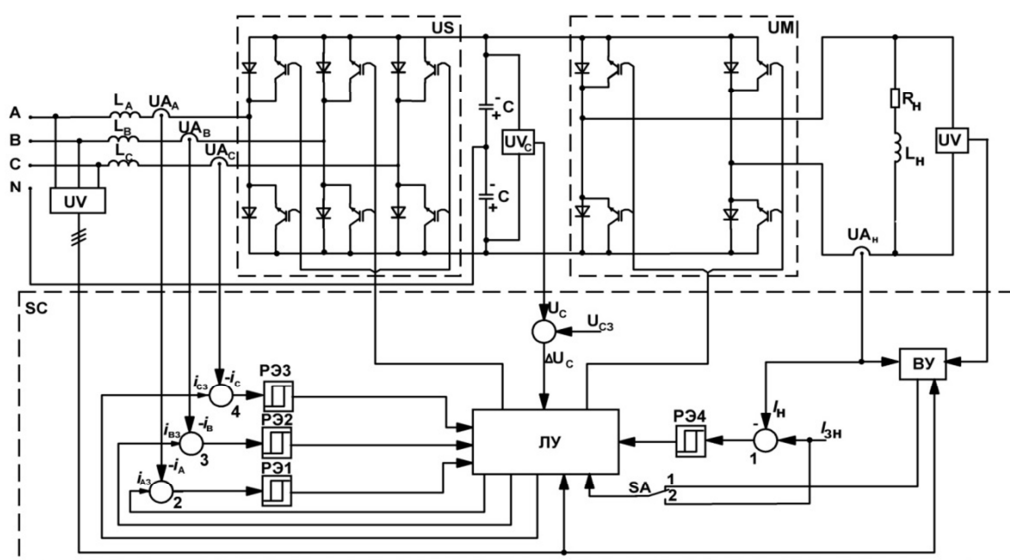


Рис. 1 – Функциональная схема системы стабилизации

Отличие этой ССТ от ССТ описанной в [3] заключается в том, что конденсатор САФ состоит из двух последовательно соединенных конденсаторов, точка соединения которых подключена к нейтрали сети.

На рис. 2 – 4 показаны процессы формирования тока нагрузки и токов потребляемых из сети для различных (наиболее характерных) режимов работы. Из осциллограмм следует, что во всех режимах ССТ не чувствительна к действию возмущений и электромагнитно совместима с сетью.

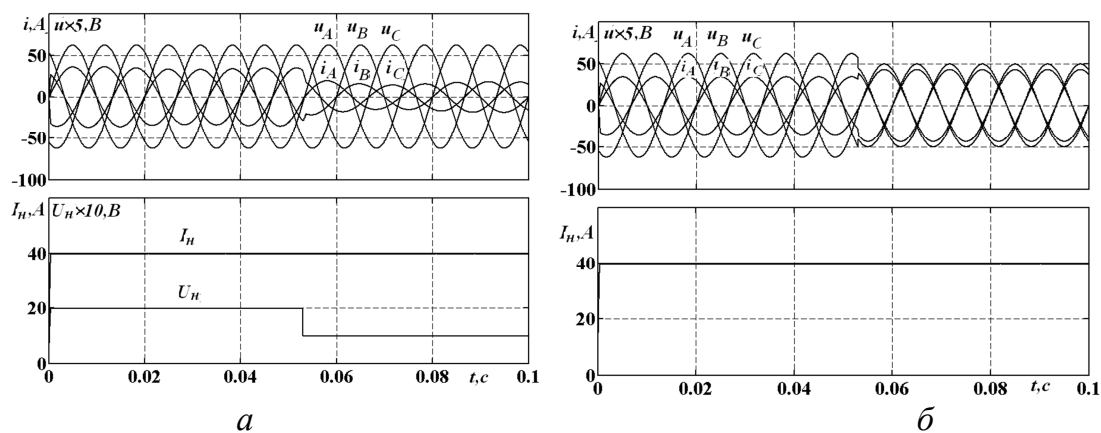


Рис. 2 – Реакция ССТ на изменение: *a* – сопротивления нагрузки; *б* – напряжения сети

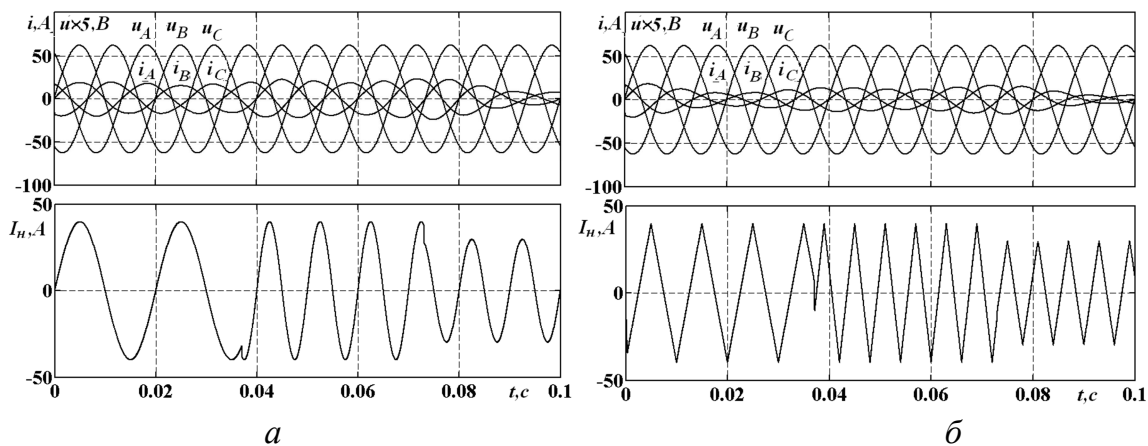


Рис. 3 – Отработка: *a* – синусоидального; *б* – треугольного, закона изменения тока задания

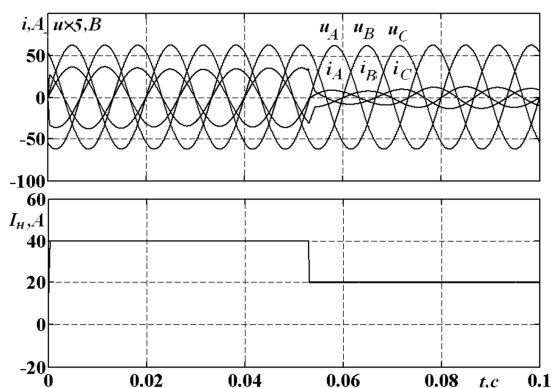


Рис. 4 – Реакция ССТ на изменение тока задания

На рис. 5 представлен процесс формирования трехфазной системы токов с возможностью регулирования частоты и амплитуды токов при питании от однофазной сети (частота изменялась от 40 до 250 Гц).

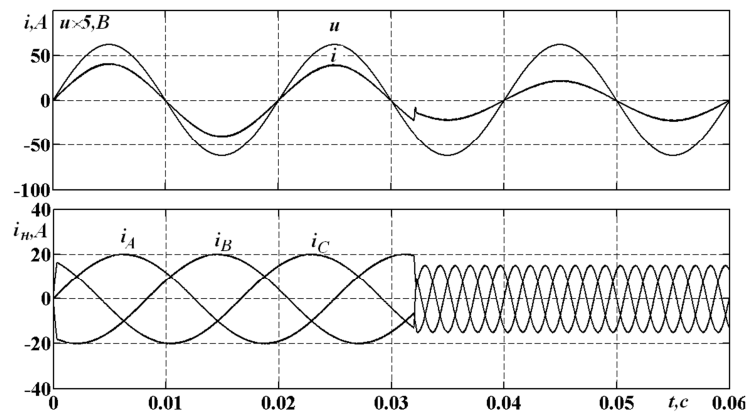


Рис. 5 – Формирования трехфазной системы токов

Предлагаемая ССТ обладает рядом важных свойств. Так, например, при обрыве одной из фаз источника питания режим работы ССТ по цепи нагрузки не нарушается, а инвариантность к действию возмущений и электромагнитная совместимость с сетью сохраняются (потребляемый при этом ток из сети увеличится, рис. 6).

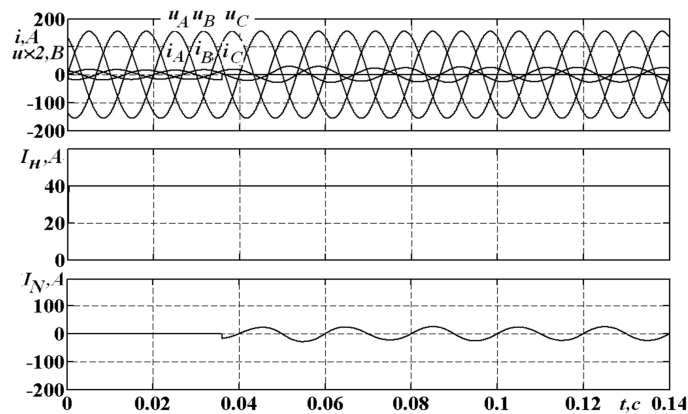


Рис. 6 – Реакция ССТ на обрыв одной фазы сети

При обрыве двух фаз источника питания режимы работы и свойства ССТ также сохраняются (рис. 7).

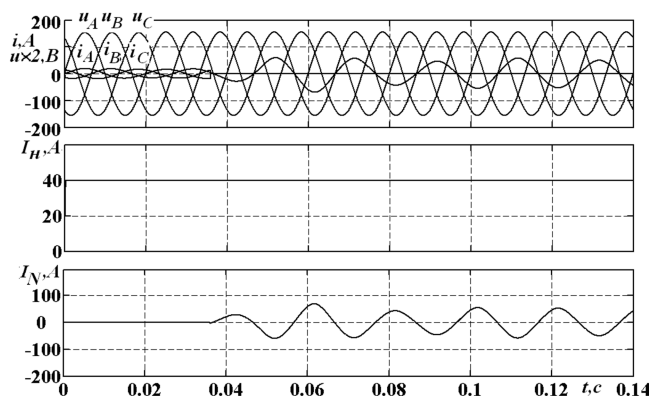


Рис. 7 – Реакция ССТ на обрыв двух фаз сети

При обрыве нейтрального провода система стабилизации тока становится идентичной исходной ССТ с последовательным САФ [3].

Качество формируемых токов, потребляемых из сети, т.е. уровень содержания гармоник в кривой тока, оценим коэффициентом гармонических составляющих

THD , зависимость которого от величины тока в нагрузке $THD=f(I_n)$ представлена на рис. 8. Здесь же представлена зависимость коэффициента искажения тока $v=f(I_n)$.

Из рис. 8 следует, что THD практически во всем диапазоне изменения тока нагрузки не превышает 1%, коэффициент искажения тока v практически равен единице. Отсюда коэффициент мощности, с учетом $\cos\varphi=1$, также практически равен единице ($\chi=v\cdot\cos\varphi$).

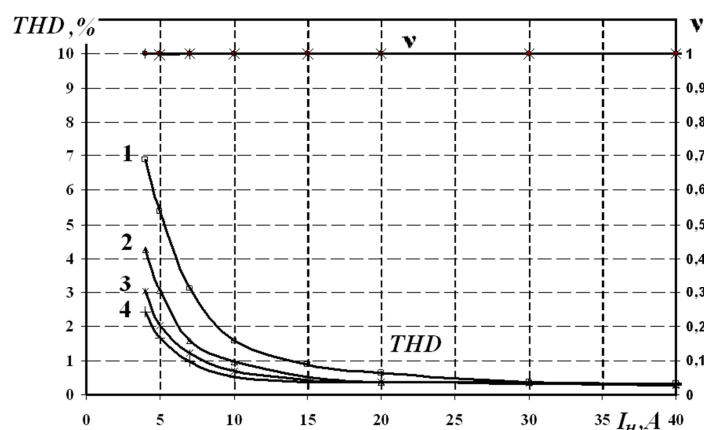


Рис. 8 – Зависимости $THD=f(I_n)$, $v=f(I_n)$ (1- $R_n=5$ Ом, 2- $R_n=10$ Ом, 3- $R_n=15$ Ом, 4- $R_n=20$ Ом)

На рис. 9 представлены графики распределения высших гармоник для ССТ в нормальном режиме работы (а) и в аварийных режимах (б – г).

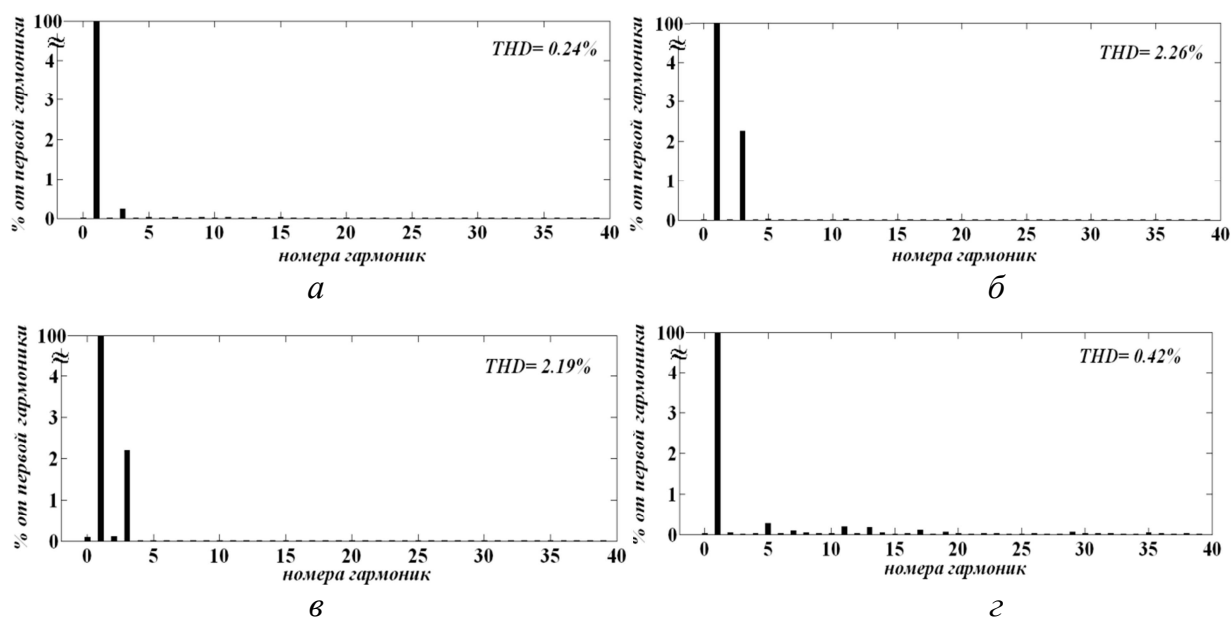


Рис. 9 – Спектры сетевых токов для ССТ: а – нормальный режим работы; б – обрыв одной фазы; в – обрыв двух фаз; г – обрыв нейтрального провода

Выводы

Таким образом, предложенный источник питания обладает широкими функциональными возможностями, предельным быстродействием в отработке задающих воздействий, инвариантностью к действию координатных и параметрических возмущений и некоторым видам аварийных режимов, оставаясь при этом электромагнитно совместимым с сетью во всех режимах работы.

Список литературы: 1. Системы стабилизации тока с релейным управлением./ Ю. П. Самчелев, В. Г. Дрючин, Ю. В. Скурятин, И. С. Шевченко // Электротехника и электроэнергетика. – 2004. – №1. 2. Пат. 66628, МПК H02M 7/12 Регульоване джерело струму Скурятин Ю. В. Самчелев Ю. П., Шевченко И. С заявник та патентовласник Донбаський державний технічний університет. – №U2003087623; заявл. 12.08.2003; опубл. 25.05.2007, Бюл. № 7. 3. Пат. 63609, МПК H02M 7/12. Регульоване джерело живлення / Белоха Г.С. Дрючин В.Г., Самчелев Ю. П., Шевченко И. С.; заявник та патентовласник Донбаський державний технічний університет. – №U201103998; заявл. 04.04.2011; опубл. 10.10.2011, Бюл. № 19.

Надійшла до редколегії 27.02.2013

УДК.62-83:612.313

Высокоэффективный источник питания с релейным управлением / Г. С. Белоха // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. – № 18 (991). – С. 51-56. – Бібліогр.: 3 назв.

Наведено результати моделювання режимів роботи високоефективного джерела живлення з релейним керуванням. Підтверджені інваріантність джерела до дії збурень, його високий ступінь електромагнітної сумісності з мережею і широкі функціональні можливості.

Ключові слова: високоефективний, релейне керування, інваріантність, електромагнітна сумісність, джерело струму.

The results of simulation of modes of work of highly effective source of power supply with relay control. We confirmed the invariance of the source to the action of perturbation, its high degree of electromagnetic compatibility with the network and extended functionality.

Keywords: highly efficient, relay control, invariance, electromagnetic compatibility, the current source.

УДК 620.179

Г. М. СУЧКОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ»;
М. Е. ПОЗНЯКОВА, аспірант, НТУ «ХПІ»

РАЗДЕЛЬНО-СОВМЕЩЕННЫЙ ЭМА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ОСЕЙ

В статье представлена разработка раздельно-совмещенного ЭМА преобразователя, приведена его электрическая схема, принцип работы, а также результаты экспериментального исследования преобразователя.

Ключевые слова: электромагнитно-акустический преобразователь, высокочастотная катушка, генератор зондирующих импульсов.

Актуальность работы. Значительной частью разработчиков приборов с электромагнитно-акустическими (ЭМА) преобразователями считается, что ЭМА преобразователи (ЭМАП) обладают низкой чувствительностью [1]. Анализ известных